

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Katedra textilní chemie

Obor studia: 3106T 002 Chemická technologie textilní

**Alternativní předúprava bavlny
ultrafialovým zářením a plazmatem**

Alternative pre-treatment of cotton ultraviolet radiation and plasma

Bakalářská práce

Autor: Gabriela Benešová

Vedoucí práce: Ing. Jana Čandová

Konzultant: Doc. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.

Prohlášení:

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce.

V Liberci 25.3.2012

.....

podpis

Poděkování:

Na tomto místě si dovoluji poděkovat vedoucí bakalářské práce paní Ing. Janě Čandové, konzultantovi bakalářské práce panu doc. Ing. Jakubovi Wienerovi, PhD, paní Martině Čimburové a dalším pracovníkům Katedry Textilní Chemie FT TUL v Liberci za všestrannou pomoc při řešení zadaného úkolu.

Chtěla bych také poděkovat svým rodičům a přátelům, za psychickou podporu a materiální pomoc, kterou mi během mého studia věnovali, a bez kterých by tato práce nikdy nevznikla.

Gabriela Benešová

Anotace:

Má bakalářská práce řeší další možnosti předúpravy bavlny alternativními metodami založenými na aplikaci UV záření a plazmatu. Tyto způsoby byly navrženy jako alternace klasických předúpravnických operací.

Teoretická část pojednává o principech úpravy celulóзовých vláken a popisuje celulózu z makroskopického i z chemického hlediska.

V praktické části byla popsána úprava materiálu zpracovaného klasickou i alternativní metodou předúpravy. V rámci analýzy výsledků se tyto metody porovnávaly pomocí smáčecího testu, vyhodnocení stupně běli, sledováním poškození bavlny pomocí Cu-čísla a změny při remisních hodnotách.

Klíčová slova: bavlna, předúprava, plazma, UV záření

Annotation

My bachelor thesis solves the other possibilities of cotton pre-treatment by alternative methods, which are based on application of UV irradiance and plasma. These processes were suggested as alternation of classical pre-treatment operation.

Theoretical part discusses the principles of cellulose fibres treatment and describes cellulose from macroscopic and also chemical point of view.

In practical part, treatments of material processed by classical and alternative method of pre-treatment were described. In the analysis results the methods were compared by using petting test, rating on grey scale, observation of cellulose damage, using Cu-number and changes in remission values.

Keywords: cotton, pre-treatment, plasma, UV radiation

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	8
ÚVOD	9
TEORETICKÁ ČÁST	10
1 BAVLNA	10
1.1 BAVLNĚNÉ VLÁKNO	10
1.2 SLOŽENÍ BAVLNĚNÉHO VLÁKNA:.....	11
1.3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ BAVLNY (CELULÓZA).....	12
2 PŘEDÚPRAVA BAVLNY	14
2.1 ROZDĚLOVACÍ KRITÉRIA PŘEDÚPRAVY	14
2.2 TRADIČNÍ TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PŘEDÚPRAVY BAVLNY	15
2.2.1 Požehování	15
2.2.2 Odšlichtování.....	15
2.2.3 Vývářka	16
2.2.4 Mercerace.....	17
2.2.5 Bělení	18
3 PLAZMA	21
3.1 DEFINICE PLAZMATU	21
3.2 PLAZMOCHEMICKÁ MODIFIKACE POVRCHŮ	21
4 UV ZÁŘENÍ.....	22
4.1 ROZDĚLENÍ UV ZÁŘENÍ PODLE BIOLOGICKÝCH ÚČINKŮ	22
4.2 VLIV UV ZÁŘENÍ NA BAVLNĚNÁ VLÁKNA.....	23
EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	24
5 POUŽITÝ MATERIÁL.....	24
6 SEZNAM POUŽITÝCH CHEMIKÁLIÍ.....	24
7 POUŽITÉ PŘÍSTROJE	25
8 PŘEDÚPRAVA MATERIÁLU.....	26
8.1 ODŠLICHTOVÁNÍ BAVLNY	26
8.2 VYVÁŘKA BAVLNY	26
8.3 BĚLENÍ PEROXIDEM VODÍKU	27
8.4 BĚLENÍ POMOCÍ UV ZÁŘENÍ	27
9 PLAZMATICKÁ ÚPRAVA BAVLNY	28
10 BĚLENÍ PEROXIDEM VODÍKU PO PLAZMATICKÉ ÚPRAVĚ.....	28

11	ANALÝZA BAVLNĚNÉHO MATERIÁLU	29
11.1	SMÁČECÍ TEST.....	29
11.2	MĚŘENÍ BĚLI.....	29
11.3	POŠKOZENÍ CELULÓZOVÝCH VLÁKEN (CU- ČÍSLO)	30
11.4	ZKOUŠKA S METHYLENOVOU MODŘÍ $C_{16}H_{18}N_3SCL$	31
11.5	MĚŘENÍ REMISÍ	31
	VÝSLEDKY A DISKUZE	32
12	PLAZMATICKÁ PŘEDÚPRAVA BAVLNY	32
12.1	SMÁČECÍ TEST.....	32
13	POROVNÁNÍ PŘEDÚPRAVENÝCH VZORKŮ.....	34
13.1	MĚŘENÍ BĚLI.....	34
13.2	POŠKOZENÍ CELULÓZOVÝCH VLÁKEN (CU- ČÍSLO)	37
13.3	REMISNÍ ANALÝZA POMOCÍ DAT ZE SKENERU	39
	ZÁVĚR.....	40
	LITERATURA.....	41
	SEZNAM TABULEK	42
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	43
	PŘÍLOHA	44

Seznam použitých zkratk

DCSBD - Difúzní koplanární povrchový bariérový výboj

KMC - kritická micelární koncentrace

OE - označení příze vyrobené rotorovým způsobem

Pl x – plazmatická úprava působením x sekund

PVAL – polyvinylalkohol, syntetický polymer ve vodě rozpustný

R- remise, dolní index označuje vlnovou délku, při které byla remise naměřena

UVC - ultrafialové záření o vlnové délce v rozsahu od 100-290 nm

UV záření - oblast ultrafialového záření světelného spektra s rozsahem 100 - 400 nm

Úvod

V dnešní době významně vzrostl zájem o plazmochemické povrchové úpravy materiálů i úpravy pomocí ultrafialovým zářením v textilním průmyslu. Je to dáno díky ekonomickým a ekologickým nátlakům na zlepšení životního prostředí a z hlediska úspory času při jednotlivých technologických procesech.

Povrchy vláken syntetických i přírodních materiálů bývají často špatně smáčivé, a proto mají povrchové úpravy při zpracování textilií velký význam. Hydrofobní vlastnosti omezuje zpracovatelnost např. při barvení, potiskování i jiné finální úpravy, které následují po předúpravě materiálů.

Pro zlepšení vlastností vláken je potřeba povrch syntetických materiálů modifikovat a to se převážně provádí za použití chemických látek, které jsou často toxické. V zušlechťovatelských procesech se používají tzv. mokré procesy, které vyžadují použití vodných chemických roztoků různých lázní (např. pracích) na odstranění zbylých nezreagovaných chemikálií či barviv. Následně je nutné provést sušení nezbytné pro další úpravy. Díky těmto procesům jsou odpadní vody zatížené, suspenzemi pevných látek, elektrolyty, vysokými koncentracemi aktivních látek, apod. V průmyslu se snaží odpadní vody vyčistit různými metodami, které nebývají zcela dostačujícím způsobem a je to finančně i energeticky vždy nákladné.

Z těchto důvodů se hledají alternativní řešení některých klasických postupů, přinášející srovnatelné i lepší výsledky. Tyto technologie řeší snížení spotřeby vody, provozní náklady a produkci odpadů. Odlehčí se tím zatížené životní prostředí.

Při používání UV záření je hlavním negativním bodem vliv na zdraví člověka (např. poškození očí nebo kůže). Ve vyspělých státech již byly vypracovány předpisy, určující délku doby možného působení UV záření bez nebezpečí vyvolání nepříznivých účinků.

Při experimentu se nepotvrdilo, že výsledky alternativní předúpravy bavlny jsou lepší než tradiční, ale přesto bych tuto metodu neodsuzovala. V dnešní době jsou moderní převážně kalné barvy, pro které je alternace klasických předúpravnických operací dostačující. Snížila by se produkce odpadů a to by mělo pozitivní vliv na životní prostředí.

Teoretická část

1 Bavlina

Bavlna patří mezi vlákna přírodního původu, jejichž podstatou je celulóza. Je nejdůležitější plodinou pěstovanou pro výrobu textilního vlákna a nachází se přibližně v 50 procentech veškerých vyráběných textilií. [14]

1.1 Bavlněné vlákno

Bavlněné vlákno má tvar podlouhlý, podobný stužce, se zřetelnými zákruty. Ke stáčení dochází při vysychání bavlny v důsledku tvorby silných vodíkových můstků, které již nelze porušit. Jeho průměrná délka je 25-35 mm a tloušťka 16-30 μm . Příčný řez vlákna má fazolovitý tvar s patrným zploštělým kanálkem – lumen. [15]

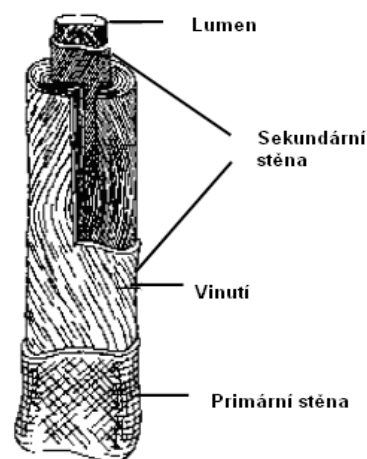
Samotné vlákno se skládá z několika vrstev: vnější povrch zvaný kutikula, dále pak primární stěna, která je složena z mikrofibril o tloušťce cca 10 nm stěny, jež jsou nahodile orientovány. Pod touto vrstvou se nachází další stěna, jejíž fibrily stoupají ve šroubovici pod úhlem 25-35°.

V další slupce, silné několik μm , jsou fibrily řazeny pod úhlem cca 25° vzhledem k podélné ose vlákna. V poslední vrstvě, která je obdobou primární stěny a jejíž tloušťka je menší než 0,1 μm , jsou fibrily řazeny opět ve šroubovici. Obě stěny jsou prostoupeny mikropóry. [10]

Struktura bavlněného vlákna:



Obrázek 1 - Pohled bavlny pod mikroskopem



Obrázek 2 - Model bavlny R.A. Younga

1.2 Složení bavlněného vlákna:

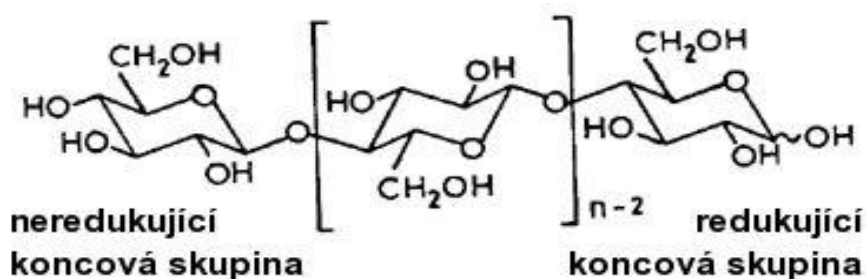
1. celulóza 88 – 96% – hlavní stavební prvek vlákna, zejména v sekundární stěně
2. pektiny 0,9 – 1,2% – kyselina polygalakturonová, její sůl s hořčíkem, metylester, xylózy - vše v primární stěně (odstraní alkalická vyvářka)
3. bílkoviny 1,1 – 1,9% – v lumenu se nacházejí zbytky protoplazmy a v primární stěně kyselina asparágová, glutamová, prolin,...0,2 – 0,3 % dusíku (většinu odstraní vyvářka)
4. vosky 0,3 – 1% – vyšší jednoduché alkoholy – triaocanol, kyselina palmitová, olejová, glycerin. Výskyt na povrchu a v primární stěně (odstraní vyvářka)
5. organické kyseliny 0,5 – 1% – soli kyseliny citronové a L-maleinové (odstraní vyvářka)
6. minerální soli 0,7 – 1,6% - chromany, sírany, fosforečnany, oxidy křemíku, vápníku, draslíku, hořčíku
7. cukry 0,3% – glukóza, galaktóza, fruktóza, pentóza. Je-li obsah cukru větší, došlo k napadení bakteriemi
8. ostatní 0,9% – vitamíny, pigmenty (flavonové sloučeniny) [7]

Bavlna má dobrou pevnost v tahu (245–373 mN/tex), která se za mokra dokonce asi o 20 % zvyšuje. Má také dobré elektroizolační a tepelně izolační vlastnosti. Na slunečním záření postupně žloutne a ztrácí pevnost.

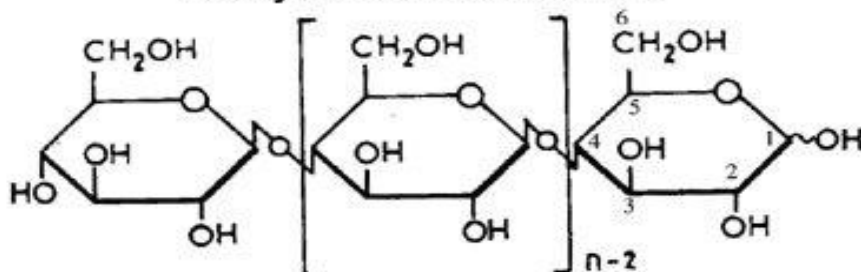
Působením koncentrovaného louhu sodného (tzv. mercerace) vlákna bavlny nabobtnají, fazolovitý průřez se změní na kruhový a délka vlákna se zmenší až o 25 %. Následkem těchto změn mají pak mercerované výrobky vyšší pevnost a afinitu k barvivům, lesk podobný hedvábí a příjemnější omak. [16]

1.3 Chemické složení bavlny (celulóza)

Patří mezi lineární polysacharidy se základní β -glukopyranózovou monomerní jednotkou a je hlavním stavebním prvkem bavlny. Čistá celulóza je krystalická látka, která je ve vodě a v běžných rozpouštědlech nerozpustná. Rozpouští se v roztoku Cu^{2+} tzv. Schweizerovo činidlo a taky v koncentrovaném roztoku chloridu zinečnatého ZnCl_2 . Zatímco vůči alkáliím je celulóza odolná. Řetězec celulózy se skládá z molekul glukózy navzájem spojených v polohách 1,4- β -glykosidickou vazbou.



Někdy se kreslí následovně:



Obrázek 1 - Vzorec celulózy

Celulóza má vláknitý charakter díky prostorovému uspořádání kyslíkových můstků, které se pravidelně mění. Makromolekula celulózy v bavlně vzniká navázáním 3-5 tisíc základních jednotek β -glukózy. Každá jednotka celulózy obsahuje tři reaktivní OH- skupiny a to se využívá při chemickém zpracování. Přítomnost alkoholických skupin $-\text{OH}$ významně ovlivňuje fyzikální, fyzikálněchemické a chemické vlastnosti celulózy. Mezi těmito $-\text{OH}$ skupinami vznikají vodíkové můstky, které jednak způsobují tuhost makromolekul a jednak nerozpustnost celulózy. [3]

Poutáním molekul vody volnými alkoholickými skupinami v amorfních oblastech vlákna, dochází k bobtnání celulózy a to pomocí vodíkových můstků, které jsou hydrofilní. Tím se mění tvarové a mechanické vlastnosti.

Celulóza je málo reaktivní látka a to především díky jejím chemickým složením a její strukturou, jelikož reakce v amorfních oblastech probíhají rychleji než v oblastech krystalických. V alkalickém prostředí se rozpouští jen částečně. Při vyšší koncentraci alkálie dochází k tvorbě tzv. alkaliceululózy.

Pro zušlechťování, zejména pro předúpravu mají význam reakce, při nichž dochází ke zkrácení makromolekulárního řetězce a tak se snižuje pevnost celulóзовých vláken. Hydrolytické štěpení a oxidační reakce mohou negativně ovlivnit zpracovatelské a užitné vlastnosti bavlněných materiálů. Přerušení řetězce v glykosidických vazbách mezi glukózovými jednotkami, které jsou málo odolné vůči kyselé hydrolýze, vede ke snížení polymeračního stupně, což se projeví poklesem pevnosti. [6]

Technologické využití je při karbonizaci celulóзовých zbytků v surové vlně. Celulóza je velmi citlivá vůči oxidačním činidlům. Při jejich působení se oxidují alkoholické skupiny —OH celulózy nejprve na aldehydické skupiny —CH=O , pak na karboxylové skupiny —COOH . Další oxidací pak vznikají ketonické skupiny >C=O , což vede až k rozštěpení cyklu. Vzniklé produkty se označují jako oxycelulóza.

2 Předúprava bavlny

Účelem předúpravy textilních materiálů je jejich příprava pro další operace zušlechťování, jako je barvení, tisk, konečné úpravy a zlepšení vlastností, které jsou požadovány pro příslušný textilní výrobek, jako je např. dodání bělosti, savosti, rozměrové stability, lesku, pevnosti, afinity k barvivům apod. Důležitou součástí předúpravy textilií je odstranění nečistot přirozeného původu i nečistoty z výrobního procesu u chemických vláken a dále pak pomocných prostředků nanesených na vlákna pro snadnější zpracování v předchozích operacích (např. při spřádání, tkání, pletení apod.).

Kvalitně předúpravený materiál má velký význam pro zajištění bezvadného výsledku v dalších zušlechťovacích operacích.

2.1 Rozdělovací kritéria předúpravy

Předúpravu rozdělujeme podle několika kritérií:

a) podle stavu rozpracovanosti textilního materiálu na :

- předúpravu volného materiálu (vločky)
- předúpravu přízí (křížové cívky, apod.)
- předúpravu plošných textilií (tkaniny, pleteniny, apod.)

b) podle druhu textilního materiálu na :

- předúpravu bavlny
- předúpravu lnu
- předúpravu vlny
- předúpravu syntetických vláken
- předúpravu směsí vláken;

c) podle formy výrobku :

- v provazci
- v plné šíři

d) podle plynulosti výroby způsobem :

- diskontinuálním
- kontinuálním
- polokontinuálním [1]

2.2 Tradiční technologické postupy předúpravy bavlny

Bavlnu lze předúpravovat ve všech stádiích zpracování, protože chemická podstata technologických postupů je ve svém základu stejná a liší se jen v použitém strojním zařízení.

Základní technologické operace jsou:

požehování → odšlichtování → vyvářka → mercerace → bělení

2.2.1 Požehování

Požehováním se odstraní všechna odstávající vlákénka z povrchu plošné textilie, která se uvolnila při tkaní nebo pletení. Tato vlákénka by rušila celkový povrchový vzhled tkaniny a u směsí se syntetickými vlákny by byla příčinou vysokého žmolkování. Tímto procesem dosáhneme hladkosti povrchu, vynikne vzor a barva, zvyšuje se lesk a materiál se stává přístupnější zušlechťovacím lázním.

Požehování se do technologického postupu zařazuje podle potřeby a je tedy možné tento proces vynechat.

2.2.2 Odšlichtování

Účelem odšlichtování je odstranit šlichtu nanesenou na osnovní přízi při šlichtování. Způsob odšlichtování se řídí druhem použité šlichty. [6]

Vypratelné šlichty (syntetické) - se odstraňují intenzivním praním za horka na účinných pracích strojích.

Šlichty na bázi KMC a PVAL - se vypírají po tzv. předbobtnání, tj. napouštění a odležení. Pro dobré odstranění šlicht na bázi polyakrylátů je nutné alkalické prostředí, tj. napouštění lázní, obsahující hydroxid sodný nebo hydroxid amonný

a smáčedla, které usnadní vyprání šlichty. Následuje odležení, vypírání nebo přímo vyvářka za vhodných podmínek. [17]

Nevypratelné šlichty - obsahující škrob, a to buď samotný nebo v kombinaci s jinými šlichtovacími prostředky. Tyto šlichty je nutné chemicky nebo enzymaticky odbourat na látky rozpustné ve vodě a tedy vypratelné, tj. nízkomolekulární složky (dextriny, oligosacharidy, glukózu). Odbourají se oxidačně či hydrolyticky pomocí chemických katalyzátorů.

2.2.2.1 Typy odšlichtování škrobových a směsných šlicht

A) Oxidační odšlichtování

Odšlichtování probíhá v alkalickém prostředí ($\text{pH} = 8 - 10$) a při vyšší teplotě ($95 - 100\text{ }^{\circ}\text{C}$) působením odštěpujícího se aktivního kyslíku, který je vlastním oxidačním prostředkem.

B) Hydrolytické odšlichtování

Pro hydrolytické odšlichtování se používají zředěné minerální kyseliny (kyselina chlorovodíková, kyselina sírová) a ochranné prostředky při $\text{pH} = 4 - 5$ a teplotě do $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pro celulóзовá vlákna je to však způsob pouze omezeně upotřebitelný vzhledem ke značnému nebezpečí poškození vlastního vlákenného materiálu kyselinou.

C) Enzymatické odšlichtování

V případě enzymatického odstraňování šlichty se škrob hydrolyticky štěpí katalytickým působením amylolytických enzymů amyláz na nízkomolekulární složky (dextriny), až nakonec vznikají jednoduché cukry (sacharidy) jako je maltóza a glukóza, které lze vyprat vodou.

Průběh odšlichtování ovlivňuje především účinnost enzymů a řada důležitých podmínek jako teplota, hodnota pH , doba, koncentrace a přítomnost různých chemikálií urychlujících nebo zpomalujících reakci.

2.2.3 Vyvářka

Při předúpravě bavlny je vyvářka nejdůležitější a nutná operace. Dokonalým odstraněním nečistot přirozeného původu, které jsou obsaženy v kutikule (vosky, tuky, pektiny, bílkoviny, minerální látky), odstraněním zbytků šlicht, avivážních prostředků

i zbytků síry u viskóзовých vláken se dosáhne dobré a stejnoměrné savosti materiálů, která má důležitý význam pro kvalitní provedení dalších zušlechťovacích operací jako je bělení, barvení, tisk i finální úpravy.

Hydrofobní příměsi z kutikuly se odstraní alkalickou vyvářkou, díky které se naruší celistvost kutikuly a primární stěny, a tím se zpřístupní hydrofilní skupiny celulózy v primární a sekundární stěně bavlněného vlákna.

Vyvářkou se nedají odstranit barevné pigmenty, nepatrné množství minerálních látek a bílkovin, které pak mohou být příčinou vzniku chloraminů při bělení. Vyvářka lze nahradit alkalickým pařením. Při tomto způsobu se tkanina napustí vyvářecím roztokem a pak se paří přímo parou.

Pro účinnou vyvářku jsou rozhodující tyto faktory:

- koncentrace alkálie a složení lázně
- teplota a tlak
- doba působení

Účinnost vyvářky se posuzuje podle dosažené savosti, a to zkouškou vzlínavosti podle ČSN 80 0828, příp. podle rychlosti smáčení nebo rozpíjení nanesené kapky.

2.2.4 Mercerace

Při merceraci dochází ke změně struktur a vlastností bavlněného vlákna. Zlepší se rozměrová stabilita, pevnost v tahu, barvicí vlastnosti a zboží dostane lesk. Zhorší se však nepatrně stálost v oděru a sníží se tažnost.

Technologie spočívá působením koncentrovaného roztoku hydroxidu sodného za studena a za tahu bavlněného materiálu. Díky hydroxidu sodného vlákno bobtná, dochází k narušení voskových substancí, mizí lumen, fazolovitý průřez se mění na kruhový, zákruty se vyrovnávají, čímž se sníží tažnost, a povrch vlákna se uhladí. Stužka bavlněného vlákna se mění na válcovitý útvar. Zlepší se omak a vlákno odráží mnohem více a pravidelněji světelné paprsky, což způsobuje zvýšení lesku. Napínání zajišťuje orientaci vláken, které působí na zvýšení pevnosti v tahu. Na závěr se hydroxid vypere v teplé vodě, neutralizuje zředěnou kyselinou chlorovodíkovou a opět se provede praní.

2.2.5 Bělení

Účelem bělení je dosažení požadované bělosti, čili stupně běli při minimálním poškození vláken. Toho se dosáhne odstraněním všech barevných substancí, zejména přírodních barevných pigmentů a nežádoucích barevných příměsí, které nebyly odstraněny při vyvářce např. zbytky semen bavlníku nebo u chemických vláken příměsí vzniklých při jejich výrobě. [6] [1]

Jde o princip převedení barevných látek na látky rozpustné nebo bezbarvé, čehož lze dosáhnout především oxidací. Toto bělení poskytuje relativně stálou bělost.

Pomocí redukce lze také barevné pigmenty přeměnit na bezbarvé látky, kdy se přírodní barviva mění na bezbarvé leukosloučeniny, ale dosažená bělost není stálá. Příčinou jsou zbytky rozložených látek, které zůstanou na vláknech a postupně opět oxidují (např. vzdušným kyslíkem) a mění se zpět na barevné sloučeniny, které způsobují postupné žloutnutí vyběleného materiálu. Proto se bavlna a její směsi bělí pouze oxidačně.

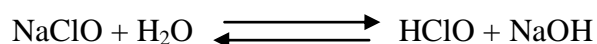
Bělí se především textilní materiály, které se barví na pastelové odstíny nebo zůstávají bílé jako finální výrobek. Při barvení sytějších odstínů se na vybělených materiálech dosáhne vyšší brilantnosti vybarvení.

Praktický význam bělení:

- chlornanem sodným NaClO
- chloritanem sodným NaClO_2
- peroxidem vodíku H_2O_2

2.2.5.1 Bělení chlornanem sodným NaClO

Chlornan sodný je velmi silné oxidační činidlo. Vlastní bělicí efekt má aktivní kyslík (tj. atomární kyslík), který vzniká rozkladem kyseliny chlorné vzniklé hydrolyzou NaClO :



Bělí se při pH v rozmezí 9,5 – 11, jelikož při této hodnotě vzniká potřebné množství aktivního kyslíku pro bělení, ale ještě nedochází k poškození materiálu.

Kromě hodnoty pH, která je udržována roztokem sody Na_2CO_3 , se kontroluje teplota, která má na průběh bělení značný vliv. S jejím zvýšením nastává zrychlení hydrolytického rozkladu chlornanu sodného na kyselinu chlornou HClO . Chlornanovými bělicími lázněmi se tedy obvykle bělí za normální teploty při 18 - 20°C. Zvýšením teploty o 8 °C vzroste účinnost bělicí lázně asi dvojnásobně naopak při nižší teplotě probíhá bělení pomaleji a dobu je nutné prodloužit. Dalšími důležitými faktory ovlivňující dobu bělení je koncentrace bělicí lázně, druh běleného materiálu a strojní zařízení.

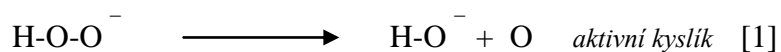
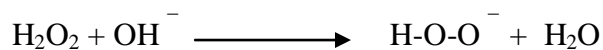
Po procesu následuje intenzivní praní, aby se materiál zbavil zbytků chlornanu sodného i chloru. Účinnost praní se kontroluje jodoškrobovou reakcí (kontrolní papírek nesmí zmodrat). Na závěr se materiál okyselí, pere, antichloruje a opět pere.

2.2.5.2 Bělení chloritanem sodným NaClO_2

Tohle bělení je velmi šetrné k vláknům, a tak se převážně uplatňuje ve lnářském průmyslu pro bělení lnu a jeho směsí s chemickými vlákny. Avšak i pro bělení bavlny, zejména pak jejich směsí se syntetickými vlákny je vhodnou technologií, z důvodů že je zkrácen technologický postup díky vynechání vyvářky. Vyniká vysokou rychlostí bělicího účinku, vlákno se šetří, protože chlorid působí pouze na nečistoty. Na rozdíl od předešlého bělení se neodstraní vosky a materiál má tak příjemnější omak. Zlepšil se stupeň běli, která je stála. Technologie bělení NaClO_2 je podobná jako u bělení chlornanem. Nevýhodou je však značná ekonomická náročnost, neboť zařízení musí být z vysoce kvalitních nerezových materiálů vzhledem ke korozivním účinkům vznikajícího oxidu chloričitého ClO_2 . Značně velkou nevýhodou je fakt, že zařízení musí být bezpečně zajištěno vzhledem k vysoké toxicitě unikajícího oxidu chloričitého ClO_2 , který nevyhovuje z hlediska bezpečnosti ani ekologie. Toto je hlavní důvod, proč se v současné době chloritanové bělení prakticky neprovozuje, i když v posledních letech se zájem o tento způsob bělení opět zvyšuje.

2.2.5.3 Bělení peroxidem vodíku H₂O₂

Nejdůležitějším a nejrozšířenějším způsobem je bělení peroxidem vodíku, který velmi šetrně bělí a dosažená bělost je stálější než u chlornanového bělení. Technologie se provádí převážně za horka v alkalickém prostředí, kdy se odštěpuje aktivní kyslík, který má bělicí účinky.



Účinek je závislý na koncentraci H₂O₂ (1 - 1,5%), hodnotě pH bělicí lázně, teplotě, době bělení a na stabilizaci lázně.

Výsledky bělení se hodnotí zjištěním dosaženého stupně běli, a to buď subjektivně nebo nejlépe objektivně pomocí remisních křivek změřených na spektrofotometru.

3 Plazma

Bývá označována jako čtvrté skupenství hmoty a je nejrozšířenější formou látky, která tvoří až 95% pozorované hmoty vesmíru.

3.1 Definice plazmatu

Plazma je soubor nabitých i neutrálních částic v různých kvantových stavech, o kterém platí, že jeho prostorový náboj je přibližně roven nule, tuto vlastnost označujeme jako kvazineutralita. Částicemi se v této definici rozumí nejen elementární částice, jako jsou např. elektrony, ale také ionty, neutrální atomy, molekuly.[18] [19]

3.2 Plazmochemická modifikace povrchů

Díky vědeckým studiím, které potvrzují dobré chemické a fyzikální vlastnosti plazmochemicky modifikovaných povrchů materiálu, jsou čím dál častěji využívány plazmové technologie v textilním průmyslu. Prezентují se jako alternativní možnost vůči často energeticky, ekologicky a ekonomicky zastaralým tradičním způsobům a postupům úprav. [2]

Povrchová monomolekulární vrstva se při plazmochemické úpravě textilních materiálů změní, ale vnitřní vrstva materiálů zůstává chemicky stejná. Plazmový výboj aktivuje povrch textilie a způsobuje chemické a fyzikální změny. Principem modifikace textilních polymerů je interakce chemicky reaktivních částic – iontů, metastabilních částic a fotonů ultrafialového záření, vygenerovaných plazmatem s povrchem polymeru. Vlivem těchto částic dochází k přerušení mezijaderných interakcí příslušných atomů, co vede např. k vytvoření nových, někdy dále reaktivních atomových funkčních skupin, které jsou vázány tzv. kovalentní vazbou. Při vzniku nových mezimolekulárních interakcí probíhá síťování polymerů a oxidačně redukční děje, které způsobují fyzikální změny jako je například zvýšení smáčivosti. Projeví se to nárůstem počtu hydrofilních funkčních skupin např. karboxylových, hydroxylových atd. [9] [11]

Dalším jevem působením plazmatu je naleptávání povrchu materiálu. Tento jev se vysvětluje jako ablační vliv plazmatu, kterého se využívá při odstraňování organických nečistot z povrchu materiálů (odšlichtování bavlny).

4 UV záření

Ultrafialové záření je neviditelné elektromagnetické záření o vlnové délce 100 až 400 nm a frekvenci 1015 až 1017 Hz. Je součástí slunečního spektra a nachází se mezi viditelným slunečním zářením a rentgenovými paprsky. Je také produkováno uměle obloukovými lampami např. rtuťovými. [20] [21]

4.1 Rozdělení UV záření podle biologických účinků

Dlouhovlnné UVA záření (315 – 400 nm) – zpravidla nemá žádný negativní vliv na živé organismy.

Středněvlnné UVB záření (280 – 315 nm) – silnější záření s vyšší intenzitou. Způsobuje akutní a chronické poškození kůže při dlouhodobém a nechráněném pobytu na slunci.

Krátkovlnné UVC záření (280 – 100 nm) – nejsilnější a nejvíce škodlivá složka UV záření. Většina je pohlcena ozónovou vrstvou předtím než dosáhne zemského povrchu.

Dlouhovlnné UV A záření ($\lambda = 315\text{-}400\text{ nm}$)

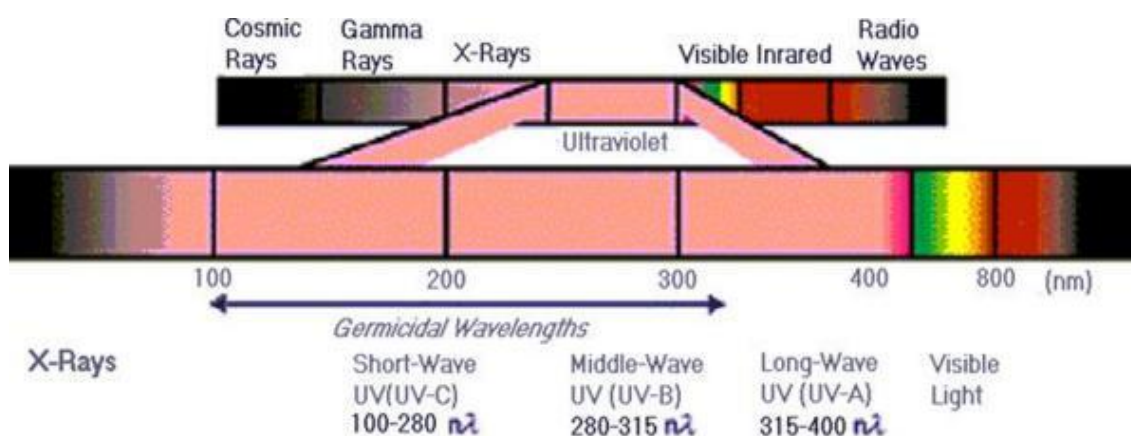
Tvoří 4 % z paprsků, které dopadají na zemský povrch. Způsobuje vznik erytému a pigmentaci kůže. Používá se například v soláriích. Oproti UV B záření proniká hlouběji do kůže.

Středněvlnné UV B záření ($\lambda = 280\text{-}315\text{ nm}$)

Je považováno za biologicky nejvýznamnější, jelikož je zhoubné pro živé organismy. Jeho energie je schopná rozkládat nebo narušovat bílkoviny s vážnými následky pro metabolismus nebo vzniku rakoviny. Kromě kůže má UV B škodlivý dopad i na oči. Proniká vodou, negativně ovlivňuje vzrůst zelených rostlin a účinnost fotosyntézy. Je využíváno například k fototerapii.

Krátkovlnné UV C záření ($\lambda < 280 \text{ nm}$)

Je velmi agresivní a nejtvrdší UV záření. Má škodlivé účinky už i v malých dávkách a může mít určité negativní účinky na lidský organismus i rostliny, jak svou intenzitou, tak i dobou působení. Naštěstí většina UV C záření je pohlcena ozónovou vrstvou předtím než dosáhne zemského povrchu. Využívá se například k dezinfekci operačních sálů, v potravinářství, v zemědělství atd. [21]



Obrázek 2 - Světelné spektrum

Za kladné účinky UV záření lze uvést tvorbu vitamínu D, ničí bakterie a jiné mikroorganismy, je tedy možné ho užít např. k sterilizaci pitné vody nebo pomocí jeho chemických účinků rozpoznat padělky bankovek, obrazů a kontrolovat čistotu potravin.

4.2 Vliv UV záření na bavlněná vlákna

Celulozová vlákna rychle degradují na světelné expozici se složkami UV záření. Každý bělicí proces je ve své podstatě založen na částečné degradaci povrchové vrstvy vláken a nečistot v mezivlákněném prostoru.

Aplikací UV záření na povrch textilie dochází k narušení primární vrstvy celulozového vlákna a převedení zbarvených pigmentů na tzv. leukosloučeniny (nebarevná forma). Takto dochází k vybělení materiálů. Bělicí efekt není srovnatelný s bělicím účinkem lázně používaných metodami předúpravy (např. chlornanové nebo peroxidové bělení). Nespornou výhodou je však ekologický a energetický aspekt (suchý proces).

Experimentální část

5 Použitý materiál

Použitým materiálem byla rezná bavlněná textilie, plátňové vazby P 1/1 s dostavou [1cm x 1cm]. Osnovní příze OE s jemností 20 tex, útková příze OE s jemností 20 tex. Plošná hmotnost 80g/m²

Textilie byla použita pro klasickou předúpravu bavlny, plazmatickou úpravu jako náhrada vyvářky a také pro UV záření jako náhrada bělení v alternativní předúpravě bavlny.

6 Seznam použitých chemikálií

Alfonal K - neionogenní smáčecí prostředek

Chlorid sodný NaCl – výrobce Lachema Brno, závod Neratovice

Peroxid vodíku H₂O₂ – oxidační činidlo, 30% vodný roztok v čistotě p.a., výrobce Penta Chrudim

Retardon A - sekvestrační prostředek bílkovinné povahy

Slovafo 909 - neionogenní smáčecí prostředek

Slovaton O - neionogenní egalizační prostředek

Spolionu 8 - anionaktivní smáčecí prostředek

Syntron B - anionaktivní sekvestrační prostředek

Texamyl NU - bakteriální α – amyláza

Uličitan sodný Na₂CO₃ - anorganická sloučenina, výrobce Lachema Brno, závod Neratovice

Vodní sklo Na₂SiO₃ .NaOH - vodný roztok křemičitanu sodného

Pentahydrát síranu měďnatého CuSO₄ . 5H₂O, výrobce Lachema Brno, závod Neratovice

Manganistan draselný KMnO₄

Methylenová modř – hydrát C₁₆H₁₈ClN₃S * x H₂O (x = 2-3) [22]

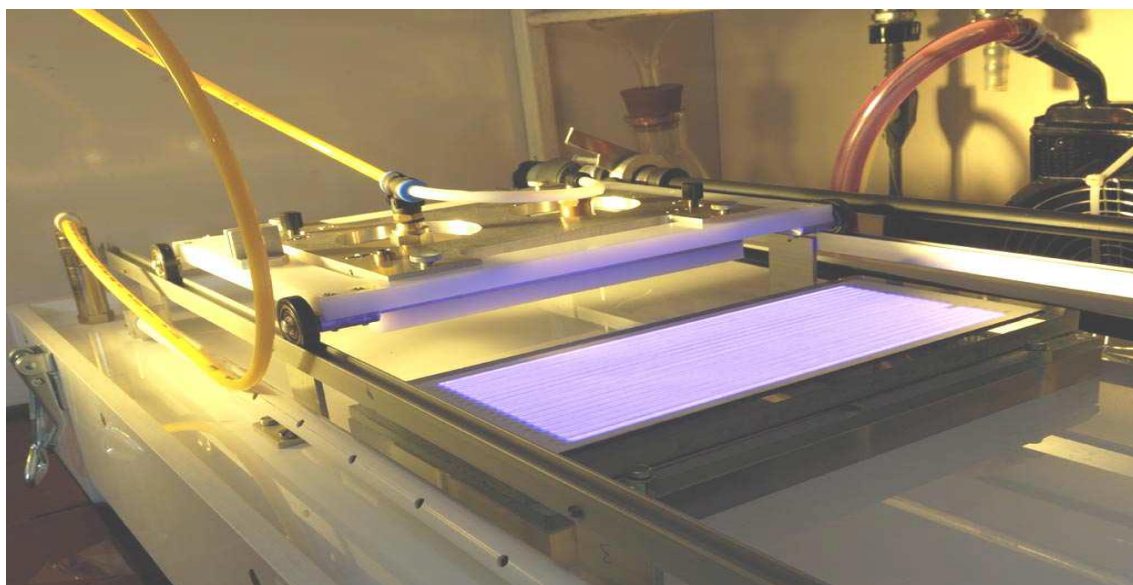
7 Použité přístroje

1. Zdroj UV záření, N 36K, v.č. 598 1006, $P = 4 \times 6 \text{ W}$, výrobce Laborgeräte und Ultraviolet-strahler, D- 69 168 Wiesbach



Obrázek 3 - Přístroj pro UV záření

2. Plazmový generátor, plochá desková elektroda 85x200 mm, $P = 400 \text{ W}$, systém Masarykova Univerzita v Brně



Obrázek 4 - Plazmový laboratorní přístroj s DCSBD elektrodou

8 Předúprava materiálu

Nejdříve se rezný materiál upraví tradiční i alternativní předúpravou bavlny. Operace požehování nebylo nutné provést a tak byla vynechána.

8.1 Odšlichtování bavlny

Plošnou textilií bylo nutné odšlichtovat. Také se materiál působením chemikálií v odšlichtovací lázni připraví na další zpracování tzv. zvýšením afinity. Při těchto operacích se odstraňují nečistoty společně se šlichtou. Vzhledem k tomu, že byla identifikována škrobová šlichta pomocí kapkového testu jodovým roztokem (modré zbarvení tkaniny) byla zvolena tato odšlichtovací receptura:

3 g/l	Texamylu NU
1 g/l	Slovafolu 909
1 g/l	Chloridu sodného (NaCl)

Úprava pH = 6 – 7 nastaveno hydroxidem amoným (NH_4OH), poměr lázně 1:50, doba působení lázně 20 min při 80°C.

Výše uvedené chemikálie vytvořily odšlichtovací lázeň s již požadovaným pH, proto se nemuselo regulovat. Po odšlichtování byla provedena znovu zkouška roztokem jodu. Zabarvení tkaniny bylo žluté, tudíž nebyl přítomen škrob.

8.2 Vyvářka bavlny

Na odšlichtované vzorky bavlněné tkaniny byla aplikována alkalická vyvářka pro odstranění zbývajících nečistot dle následujícího předpisu:

3 g/l	Uhličitanu sodného (Na_2CO_3)
0,25 g/l	Syntronu B
0,5 g/l	Alfonalu K

Poměr lázně 1:50, doba působení lázně 20 min při 95°C, následovalo praní v horké a studené vodě.

8.3 Bělení peroxidem vodíku

Polovina upravené textilie byla vybělena pomocí peroxidové bělicí lázně.

Bělicí lázeň obsahuje:

20 ml/l	Peroxidu vodíku (H_2O_2)
20 ml/l	Vodního skla (vodný roztok Na_2SiO_3 40°Bé)
1 g/l	Retardonu A
0,5 g/l	Spolionu 8
5 ml/l	Slovatonu O

Poměr lázně 1:50, pH = 10 – 12, praní v horké a studené vodě. Bělení probíhá aplikace páry po dobu 10 min při 110°C.

Tímto procesem byla dokončena klasická předúprava bavlny. Dále se v experimentální části bude sledovat náhrada použitých chemikálií alternativními způsoby.

8.4 Bělení pomocí UV záření

Druhá část vyvařené bavlny byla ozařována v časových řadách na přístroji N36K, který byl osazen čtyřmi zářivkami o stejném výkonu a vlnové délce. Zdroj vysílá záření v UVC oblasti a osvětluje výbojkami, které jsou zaznamenané v tabulce č.1. Vzorke se osvětlovali za mokra a ve vzdálenosti 0,15m.

Model	Vlnová délka [nm]	Příkon [W]	Intenzita [W/m^2]
VL - 6.M	254	6	1,7

Tabulka 1 - Hodnoty UVC záření

9 Plazmatická úprava bavlny

Vzorky rezné bavlny o velikosti 11x33cm byly povrchově opracovány v plazmatu za použití plazmového laboratorního přístroje s plochou deskovou elektrodou DCSBD. Vzorky byly pokládány na keramickou elektrodu a opracovány z obou stran v čase 10, 20, 40, 60, 80 a 120 sekund při výkonu 400 W.

10 Bělení peroxidem vodíku po plazmatické úpravě

Část bavlněných vzorků upravených plazmatem byla vybělena pomocí peroxidové lázně, která obsahuje:

20 ml/l	Peroxidu vodíku (H_2O_2)
20 ml/l	Vodního skla (vodný roztok Na_2SiO_3 40°Bé)
1 g/l	Retardonu A
0,5 g/l	Spolionu 8

Poměr lázně 1:50, pH = 10 – 12, praní v horké a studené vodě. Bělení probíhá aplikaci paření po dobu 10 min při 110°C.

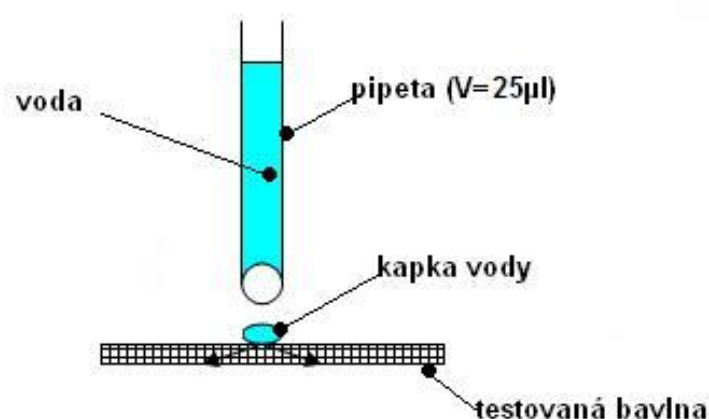
Zbylé vzorky upravené plazmatem byly ozářeny pod UV světlem stejným způsobem jako vyvařené vzorky bavlny, v časových řadách 1, 10, 20 a 60 minut. Tímto úkolem byla dokončené všechny alternativní předúpravy bavlny.

Dále byly upravené vzorky porovnávány za pomoci smáčecího testu, měření běli poškození bavlněných vláken (Cu- číslo) a měření remisí po obarvení vzorků methylenovou modří.

11 Analýza bavlněného materiálu

11.1 Smáčecí test

Smáčecímu testu se podrobil rezný bavlněný materiál, klasicky předúpravený materiál a vzorky s plazmovou modifikací. Na každý vzorek byla nanесena kapka destilované vody mikropipetou o objemu 25μl a byl sledován čas, za který se kapka vsákne do materiálu. Na testovanou textilií bylo aplikováno pět kapek a hodnotila se doba jejich vstřebávání do materiálu.



Obrázek 5 - Smáčecí test

11.2 Měření běli

Vzorky byly změřeny na spektrofometru na přístroji Datacolor SF600. Jde o dvoupaprskový přístroj s možností měření barevnosti v Lab, nebo xyz souřadnicích ve vlnových délkách od 360 do 760 nm. Další variantou je měření při použití absolutních hodnot nebo použití srovnávání vzorků se standardem. Dále se prováděla zkouška hloubky průniku UV záření do navrstveného materiálu (10 a 5 vrstev) a vyhodnocovala se tímto testem. Pro měření bylo použito denního světla definovaného jako D65 a úhlu pohledu 10°. Výsledky se dosáhly pomocí vypočtení rovnice:

$$W_{CIE} = Y + 800 (x_n - x) + 1700 (y_n - y)$$

x_n, y_n = souřadnice bodu nepestrosti pro světlo D65 a 10° pozorovatele

($x_n = 0,3138, y_n = 0,3310$)

x, y = souřadnice měřeného vzorku [25] [12]

11.3 Poškození celulózových vláken (Cu- číslo)

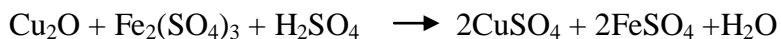
Pomocí stanovení čísla mědi se zjistí přítomnost aldehydických skupin na vlákne a celkové poškození bavlny. Metoda záleží na důkladné přípravě zkoumaného textilního materiálu přesně stanovené velikosti, v jeho zpracování Fehlingovým činidlem a stanovení množství mědi, které se na vláknu usadí ve formě oxidu měďnatého.

Režný bavlněný materiál a upravené vzorky na všechny způsoby byly přesně zváženy (cca 0,5g) a vloženy do vařicího roztoku Fehlingových roztoků I + II. Po 3 minutách udržovaného varu se vzorky vyjmuly a propláchly velkým množstvím horké a studené destilované vody.



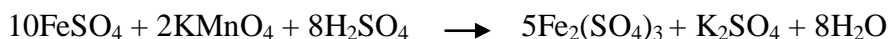
Rovnice 1 - Redukce síranu měďnatého na oxid měďný

Promytý materiál byl přelit 25 ml studeného silně kyselého Fehlingova roztoku III. Ten působil několik minut, než se všechn oxid měďnatý, usazený na materiálu, rozpustil.



Rovnice 2 - Převedení oxidu měďného na síran měďnatý za vyloučení stechiometrického množství síranu železnatého

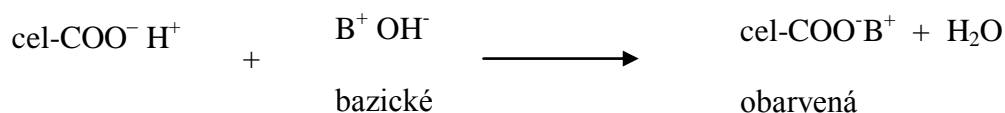
Vzorky pak byly filtrovány a promyty důkladně jen minimálním množstvím horké a studené vody (cca 2 x 15 ml). Materiál byl odmačknut tak, aby veškerá kapalina byla kvantitativně zachycena, jelikož se titrovala roztokem manganistanu draselného až do prvního trvalého růžového zabarvení roztoku. [8]



Rovnice 3 - Manganomterická titrace (oxidačně-redukční). Oxidace síranu měďnatého na síran železitý

11.4 Zkouška s methylenovou modří $C_{16}H_{18}N_3SCl$

Působením oxidačních činidel na celulózu v alkalickém prostředí vzniká oxycelulóza kyselého typu obsahující karboxylové skupiny – COOH (resp. – COONa), které jsou příčinou zvýšené afinity oxycelulózy ke kationovým barvivům (methylenová modř). Podle sytosti výsledného zbarvení můžeme posoudit stupeň chemického poškození materiálu.



Rovnice 4 – Výměna H^+ iontu za barvanosnou část z kationického barviva (methylenová modř)

Testované vzorky byly barveny po dobu 5 minut v 80-100°C teplém 0,1%-ním vodném roztoku methylenové modře. Po odebrání z lázně byly vzorky proplachovány horkou vodou tak dlouho, až v oplachovací vodě nebylo přítomné žádné barvivo. Takto upravené vzorky byly usušeny a změřeny jejich hodnoty remisí na spektrofotometru. [13]

11.5 Měření remisí

Za remisi považujeme schopnost odražení světla od barveného materiálu, které je v určitém spektrálním složení vnímáno jako konečná barva textilie. Důležitou složkou pro remisi je barvivo upevněné na vlákne a jen minimálně vlákno samotné. Černá textilie téměř všechno světlo absorbuje, bílý materiál dopadající světlo odráží.

Na spektrofotometru lze změřit každá vlnová délka dopadajícího záření a z těchto údajů získat remisní křivku, díky které je možné porovnávat dosažené vybarvení, určovat koncentraci barviva na vlákne a vypočítat barvicí receptury. Tento výpočet se provádí pomocí tzv. Kubelka – Munkovy funkce, která řeší závislost mezi remisí barevného materiálu a koncentrací barviva na textilním vlákne.

Sytost vybarvení se objektivně vyjadřuje jako K/S hodnota z Kubelka – Munkovy rovnice a určuje se z procenta remise R [%] při vlnové délce odpovídající maximální absorpci světla. [12]

Výsledky a diskuze

12 Plazmatická předúprava bavlny

Zkouška se prováděla na předúpravených materiálech odšlichtováním, vyvážkou bavlny a na plazmaticky upravených vzorcích, které nebyly bělené.

12.1 Smáčecí test

V následujících tabulkách je uveden čas, za který se kapka, nanesená mikropipetou o objemu 25 μ l, plně vstřebá do materiálu. Dále je sledován i vliv stárnutí plazmy na změnu hydrofobity materiálu a to pomocí zopakování testu s šestiměsíčním odstupem. Pro zjištění objektivnosti výsledků byly vypočteny průměrné hodnoty měření.

	doba vstřebání kapky [min]	
	15.4.2011	28.10.2011
režná bavlna	30 <	30 <
odšlichtovaná a vyvážená	0	0,22

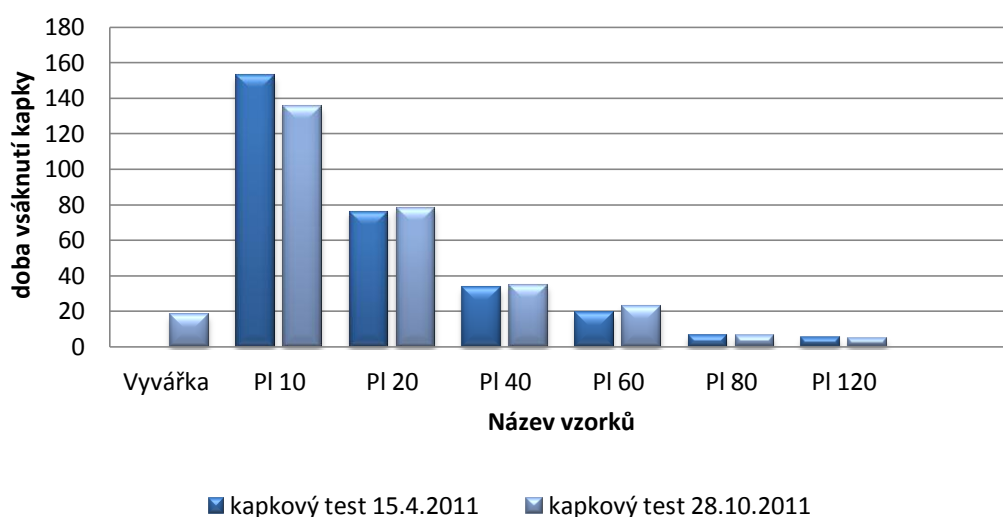
Tabulka 2 - Kapkový test na plazmaticky neupravených materiálech

doba plazmové expozice[s]	doba vstřebání kapky [s]					aritmetický průměr	směrodatná odchylka
10	92	106	167	192	207	152,8	45,96
20	65	68	72	81	94	76	10,49
40	27	28	36	37	38	33,2	4,71
60	7	14	23	25	26	19	7,35
80	3	5	6	7	12	6,6	3,01
120	3	4	4	6	8	5	1,79

Tabulka 3 - Kapkový test na plazmaticky modifikovaném povrchu

doba plazmové expozice[s]	doba vstřebání kapky [s]					aritmetický průměr	směrodatná odchylka
10	98	98	121	152	207	135,2	41
20	71	72	76	83	89	78,2	6,85
40	29	30	36	37	42	34,8	4,79
60	9	18	27	31	31	23,2	8,54
80	3	4	5	8	10	6	2,61
120	2	4	4	6	7	4,6	1,74

Tabulka 4 - Kapkový test na plazmaticky modifikovaném povrchu s šestiměsíčním odstupem



Graf 1 - Porovnání kapkového testu vyvřeného materiálu s plazmaticky upraveným materiálem

Se zvyšující se dobou působením plazmatické expozice roste smáčivost textilie, která svojí hodnotou odpovídá hodnotě dosažené klasické předúpravy bavlny. Z toho vyplývá, že je možné nahradit odšlichtování a alkalickou vyvářku plazmatickou úpravou. Také se zjistilo, že plazmatická úprava má i po šestiměsíčním odstupu stabilní hodnoty, což není možné zaručit u klasické předúpravy.

13 Porovnání předúpravených vzorků

Zkoušený materiál byl upraven tradiční i alternativní předúpravou bavlny. Dosažené výsledky se vypracovaly v programu Excel a zapsaly do následujících tabulek.

13.1 Měření běli

Pomocí srovnání standardu se testovanými vzorky na spektrofotometru se zjistila hodnota naměřené běli.

	hodnota měření běli
režná bavlna	10,56
odšlichtovaná, vyvařená, peroxid. bělení	52,26

Tabulka 5 - Hodnoty běli režné bavlny a klasické předúpravy materiálu

	doba UV záření [min]						
	0,5	1	2	4	6	10	20
odšlichtovaná vyvařená	19,63	20,27	18,50	18,45	18,20	18,72	17,85

Tabulka 6 - Hodnoty měření běli vyvařené bavlny bělené UV zářením

	doba plazmové expozice [s]					
	10	20	40	60	80	120
Peroxidové bělení	47,26	48,52	45,86	49,63	48,12	49,77

Tabulka 7 - Hodnoty měření běli plazmaticky upravené bavlny s peroxidovým bělením

doba plazmové expozice [s]	doba UV záření [min]			
	1	10	20	60
10	11,66	12,15	12,87	13,41
20	12,37	12,77	12,58	13,06
40	12,90	10,94	12,26	11,99
60	12,01	11,05	11,07	11,74
80	11,02	11,54	10,43	11,62
120	11,00	11,49	11,61	11,38

Tabulka 8 - Hodnoty měření běli plazmaticky upravené bavlny bělené UV zářením

Podle výsledků se prokázalo, že nejlepším bělením bavlněného materiálu je peroxidové bělení. Čím je doba plazmové expozice vyšší, tím se blížíme k stejným hodnotám jako u klasické předúpravy bavlny. Bělení pomocí UV záření prokázalo u odšlichtovaného a vyvařeného materiálu tak nízké hodnoty, že jsou pro další zpracování v textilním průmyslu nedostatečné.

Měření hloubky průniku UV záření do navrstveného materiálu

Testovaný materiál se navrstvil do určitých vrstev a vložil pod UV záření. Záměrem testu bylo zjistit, do jaké hloubky UV záření pronikne v různých časových intervalech.

vrstva	doba UV záření [min]			
	30	60	90	120
1	24,37	25,36	24,82	24,66
2	18,76	24,94	24,81	24,51
3	18,81	25,10	24,56	24,04
4	19,69	25,51	24,88	17,28
5	19,62	26,06	24,74	18,19
6	19,86	25,37	24,15	25,21
7	19,31	25,17	24,07	26,35
8	18,78	25,60	25,05	19,28
9	17,98	24,42	23,88	19,63
10	17,17	23,06	23,19	25,18

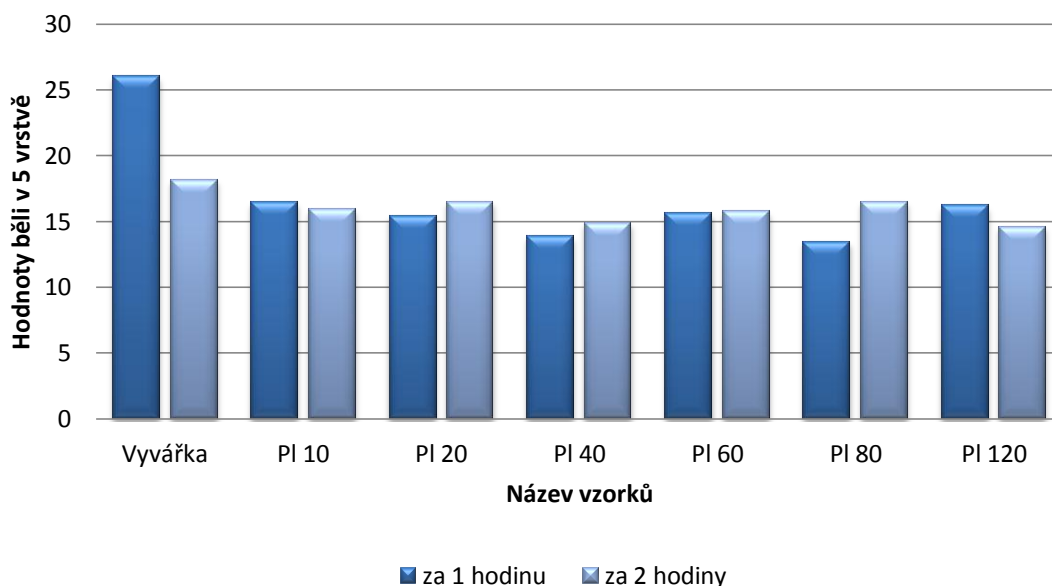
Tabulka 9 - Hodnoty měření hloubky průniku UV záření do odšlichtované a vyvařené bavlny

vrstva	doba plazmové expozice [s]					
	10	20	40	60	80	120
1	14,16	15,02	13,94	15,63	15,09	16,20
2	16,93	17,40	16,29	17,31	16,17	17,39
3	17,19	17,91	16,95	17,07	16,35	18,25
4	17,02	17,75	16,56	16,92	16,58	18,27
5	16,47	15,42	13,89	15,65	13,45	16,18

Tabulka 10 - Hodnoty měření hloubky průniku UV záření do plazmaticky upravené bavlny po dobu 1hodiny

vrstva	doba plazmové expozice [s]					
	10	20	40	60	80	120
1	14,62	17,12	14,84	16,84	18,30	14,77
2	16,95	18,14	16,81	17,92	17,60	17,30
3	17,85	17,95	16,70	17,63	17,75	17,81
4	17,97	18,56	16,90	17,77	18,93	17,80
5	15,93	16,49	14,89	15,77	16,54	14,64

Tabulka 11 - Hodnoty měření hloubky průniku UV záření do plazmaticky upravené bavlny po dobu 2hodin



Graf 2 - Porovnání měření hloubky průniku UV záření do materiálu v páté vrstvě ve vyvařeném materiálu a plazmaticky upraveném materiálu

Při měření se zjistilo, že UV zářením nebylo dosaženo srovnatelné běli s klasickou předúpravou bavlny. Pozitivním výsledkem však je, že UV záření proniká do hloubky textilie a tak by bylo vhodné pro bělicí operace s vysokou tloušťkou materiálu, ovšem jen za předpokladu že finální výrobek nemá dosáhnout pastelových nebo bílých odstínů.

13.2 Poškození celulóзовých vláken (Cu- číslo)

Naměřené hodnoty, které byly získány po titraci manganistanu draselného se použily pro výpočet měďného čísla (vzorec č.1). Cu- číslo udává množství mědi v gramech, které se vyredukuje 100 gramy absolutně vysušeného zkoušeného materiálu. Čím je číslo nižší, tím je celulóza čistější.

$$\text{Č}_{\text{cu}} = \frac{0,636 \cdot n}{g}$$

Vzorec 1 - Výpočet měďného čísla

g = hmotnost absolutně suchého vzorku zkoumaného textilního materiálu v gramech

n = spotřeba množství 0,01N roztoku manganistanu draselného v ml [4]

	hodnota Cu - čísla
režná bavlna	11,7
Odšlichtovaná,vyvařená a peroxid.bělená	7,4

Tabulka 12 - Hodnoty měďného čísla režné bavlny a klasické předúpravy materiálu

	doba UV záření [min]						
	0,5	1	2	4	6	10	20
odšlichtovaná a vyvařená	5,2	5,1	5,3	6,7	6,2	8,9	10,4

Tabulka 13 - Hodnoty měďného čísla vyvářené bavlny bělené s UV zářením

	doba plazmové expozice [s]					
	10	20	40	60	80	120
Peroxidové bělení	5,8	6	5,8	6,7	6,6	6,3

Tabulka 14 - Hodnoty měďného čísla plazmaticky upravené bavlny s peroxidovým bělením

doba plazmové expozice [s]	doba UV záření [min]			
	1	10	20	60
10	9,7	10,7	9,3	9,6
20	10,1	10,6	11,9	11,7
40	10,2	9,9	10,4	9,8
60	11,3	11,5	11,2	12,4
80	10,6	12,4	11,3	10,8
120	11,5	10,8	11,3	11,8

Tabulka 15 - Hodnoty měďného čísla plazmaticky upravené bavlny bělené UV zářením

Když se nahradí odšlichtování a vyvážka plazmatickou úpravou tak se neodstraní všechny nečistoty z bavlněné textilie, které v dalších procesech můžou reagovat a poškozovat tak materiál.

13.3 Remisní analýza pomocí dat ze skeneru

Obarvené vzorky methylenovou modří byly proměřeny na remisním spektrofotometru od firmy Datacolor při velikosti clony 6,5 mm. Vybraná vlnová délka byla při 610 nm a přepočtena na K/S hodnotu pomocí Kubelka – Munkovy funkce:

$$K/S = (1 - R)^2 / 2R$$

Vzorec 2 - Výpočet K/S hodnoty

R = remisní hodnota vlnové délky 610 nm

	K/S
režná bavlna	16,8
odšlichtovaná, vyvařená, peroxidové bělení	7,1

Tabulka 16 - Remisní hodnoty režné bavlny a klasické předúpravy materiálu

	doba UV záření [min]						
	0,5	1	2	4	6	10	20
odšlichtovaná a vyvařená	7,0	10,0	5,6	5,8	5,0	4,3	4,2

Tabulka 17- Remisní hodnoty vyvářené bavlny bělené UV zářením

	doba plazmové expozice [s]					
	10	20	40	60	80	120
peroxidové bělení	11,3	9,3	14,3	10,8	9,4	10,1

Tabulka 18 - Remisní hodnoty plazmaticky upravené bavlny bělené peroxidem

doba plazmové expozice [s]	doba UV záření [min]			
	1	10	20	60
10	19,1	21,8	19,0	18,0
20	19,4	20,6	18,7	10,1
40	17,7	16,6	16,9	14,9
60	20,3	18,3	17,4	16,3
80	18,9	14,3	17,9	12,9
120	19,0	13,6	16,2	12,8

Tabulka 19 - Remisní hodnoty plazmaticky upravené bavlny bělené UV zářením

Závěr

Proces předúpravy bavlny je náročný z hlediska energetické spotřeby, vysoké potřeby vod a využití chemikálií.

Základní myšlenka práce je nahradit tyto aktivity pomocí alternativních postupů, které nevyžadují chemikálie a neprodukují vodu.

Alternativní předúprava je založena na aplikaci plazmatu pro zvýšení hydrofility textilie, teda jako náhražka vyvářky a odšlichtování. Zbylou část předúpravy (bělení) nahrazují navržené techniky působením UV zářením.

Pro vyhodnocení výsledků na bavlněné tkaniny bylo použito jak standardních postupů předúpravy (smáčecí test a měření běli), tak i postupů kvantifikujících poškození vláken.

Porovnáním standardní předúpravy bavlny se zde navrženou alternativní předúpravou lze dojít k závěru, že klasická předúprava vykazuje lepší výsledky než alternativní. Přesto však lze o využití alternativy uvažovat tam, kde není nutné dosáhnout vysoké běli upraveného zboží resp. při zvýšeném tlaku na ekologičnost při předúpravnickém procesu.

Literatura

- [1] Dembrický, J., Kryštůfek, J., Machaňová, D., Odvárka, J., Prášil, M., Wiener, J., *Zušlechťování textilií*. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2008
- [2] Höcker, H. Plasma treatment of textile fibers. *Pure Appl. Chem.* 2002
- [3] Chládková, A., *Chemická analýza textilií po plazmatické úpravě*, bakalářská práce, Technická univerzita v Liberci
- [4] Jain, P., Vigneshwaran, N., *Bioresource Technology*, 2012
- [5] Kosina L., Lacko P., *Speciální chemie II*, učební text pro SPŠCH Pardubice, 2002
- [6] Machaňová D., *Předúprava textilií I*, Technická univerzita v Liberci, 2005
- [7] Militký, J. *Přednášky : Textilní vlákna Speciální vlákna*. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2007
- [8] Prouzek J., Dömötörová J. , *Chemické listy*, 2000
- [9] Ráhel', J. *Modification of Surface Properties of Nonwoven Fabrics by Atmospheric Pressure Plasma.*, Dizertační práce. Univerzita Komenského v Bratislave, 2001
- [10] Růžička, J., Kudláček, L. *Struktura a vlastnosti textilních vláken.*, Pardubice : Vysoká škola chemicko-technologická v Pardubicích, 1988
- [11] Subedi, D. P. *Surface Modification of Polymers by Low Temperature Plasma*. Brno, 2002
- [12] Vik, M., *Základy měření barevnosti I.díl.*, Technická univerzita v Liberci, 1995
- [13] Wiener J., Průšová M., Kryštůfek J., *Chemicko-textilní rozbor*, Technická univerzita v Liberci, 2008
- [14] dostupné z internetu, <http://www.finance.cz/zpravy/finance/195131-bavlna-jeden-z-prvnich-komoditnich-futures/>, 15.10.2008
- [15] dostupné z internetu, www.fler.cz/blog/vlakno-jmenem-bavlna-1, 3.5.2009
- [16] dostupné z internetu, <http://cs.wikipedia.org/wiki/Mercerace> 23.3.2012
- [17] dostupné z internetu <http://www.dongemini.cz/articles/o-prani-spine>, 2011
- [18] dostupné z internetu <http://farside.ph.utexas.edu/teaching/plasma/lectures/node3.htm>
- [19] dostupné z internetu <http://atrey.karlin.mff.cuni.cz/~marble/d/?p=0>
- [20] dostupné z internetu <http://www.khskv.cz/mereni/zareni.htm>
- [21] dostupné z internetu. <http://www.h2o-logic.cz/technickeaspekty/uvzareni.html>, 2008
- [22] dostupné z internetu <http://eshop.merci.cz/www/prilohy/253003104110.pdf>, 5.11.2010



Seznam tabulek

Tabulka 1 - Hodnoty UVC záření.....	27
Tabulka 2 - Kapkový test na plazmaticky neupravených materiálech	32
Tabulka 3 - Kapkový test na plazmaticky modifikovaném povrchu	32
Tabulka 4 - Kapkový test na plazmaticky modifikovaném povrchu s šestiměsíčním odstupem.....	33
Tabulka 5 - Hodnoty běli rezné bavlny a klasické předúpravy materiálu	34
Tabulka 6 - Hodnoty měření běli vyvářené bavlny bělené UV zářením	34
Tabulka 7 - Hodnoty měření běli plazmaticky upravené bavlny s peroxidovým bělením	34
Tabulka 8 - Hodnoty měření běli plazmaticky upravené bavlny bělené UV zářením....	35
Tabulka 9 - Hodnoty měření hloubky průniku UV záření do odšlichtované a vyvářené bavlny.....	35
Tabulka 10 - Hodnoty měření hloubky průniku UV záření do plazmaticky upravené bavlny po dobu 1hodiny	36
Tabulka 11 - Hodnoty měření hloubky průniku UV záření do plazmaticky upravené bavlny po dobu 2hodin	36
Tabulka 12 - Hodnoty měřného čísla rezné bavlny a klasické předúpravy materiálu...	38
Tabulka 13 - Hodnoty měřného čísla vyvářené bavlny bělené s UV zářením	38
Tabulka 14 - Hodnoty měřného čísla plazmaticky upravené bavlny s peroxidovým bělením.....	38
Tabulka 15 - Hodnoty měřného čísla plazmaticky upravené bavlny bělené UV zářením	38
Tabulka 16 - Remisní hodnoty rezné bavlny a klasické předúpravy materiálu.....	39
Tabulka 17- Remisní hodnoty vyvářené bavlny bělené UV zářením	39
Tabulka 18 - Remisní hodnoty plazmaticky upravené bavlny bělené peroxidem	39
Tabulka 19 - Remisní hodnoty plazmaticky upravené bavlny bělené UV zářením	39




Seznam obrázků





Obrázek 1 - Pohled bavlny pod mikroskopem.....	10
Obrázek 2 – Model bavlny R.A.Younga	10
Obrázek 3 - Vzorec celulózy	12
Obrázek 4 - Světelné spektrum.....	23
Obrázek 5 - Přístroj pro UV záření.....	25
Obrázek 6 - Plazmový laboratorní přístroj s DCSBD elektrodou	25
Obrázek 7 - Smáčecí test	29

Příloha





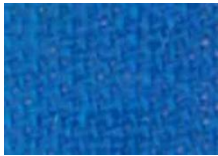
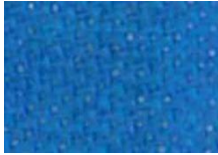
Název	bělost	Číslo mědi	K/S hodnoty	Vzorek
Režná bavlna	10,56	11,7	16,8	
St. / St. běl	52,26	7,4	7,1	

Tabulka 1 - Výsledné hodnoty režného materiálu a tradiční předúpravy bavlny




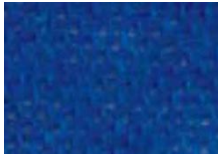
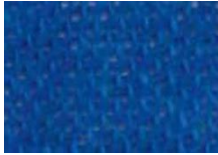

Název	bělost	Číslo mědi	K/S hodnoty	Vzorek
St. / UV 0,5	19,63	5,2	7,0	
St. / UV 1	20,27	5,1	10	
St. / UV 2	18,50	5,3	5,6	

St. / UV 4	18,45	6,7	5,8	
St. / UV 6	18,20	6,2	5,0	
St. / UV 10	18,72	8,7	4,3	
St. / UV 20	17,85	10,4	4,2	




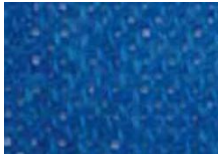


Tabulka 2 - Výsledné hodnoty odšlichtované, vyvařené bavlny bělené UV zářením

Název	bělost	Číslo mědi	K/S hodnoty	Vzorek
PI 10 / St.běl	47,26	5,8	11,3	
PI 20 / St.běl	48,52	6	9,3	
PI 40 / St.běl	45,86	5,8	14,3	
PI 60 / St.běl	49,63	6,7	10,8	
PI 80 / St.běl	48,12	6,6	9,4	
PI 120 / St.běl	49,77	6,3	10,1	




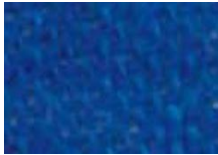
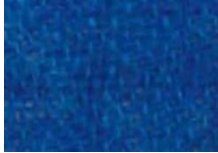

Tabulka 3 – Výsledné hodnoty plazmaticky upraveného materiálu běleného peroxidem vodíku

Název	bělost	Číslo mědi	K/S hodnoty	Vzorek
PI 10 / UV 1	11,66	9,7	19,1	
PI 20 / UV 1	12,37	10,1	19,4	
PI 40 / UV 1	12,90	10,2	17,7	
PI 60 / UV 1	12,01	11,3	20,3	
PI 80 / UV 1	11,02	10,6	18,9	
PI 120 / UV 1	11,00	11,5	19,0	







Tabulka 4 – Výsledné hodnoty plazmaticky upraveného materiálu běleného UV zářením (1 minuta)

Název	bělost	Číslo mědi	K/S hodnoty	Vzorek
PI 10 / UV 10	12,15	10,7	21,8	
PI 20 / UV 10	12,77	10,6	20,6	
PI 40 / UV 10	10,94	9,9	16,6	
PI 60 / UV 10	11,05	11,5	18,3	
PI 80 / UV 10	11,54	12,4	14,3	
PI 120 / UV 10	11,49	10,8	13,6	

Tabulka 5 – Výsledné hodnoty plazmaticky upraveného materiálu běleného UV zářením (10 minut)

Název	bělost	Číslo mědi	K/S hodnoty	Vzorek
PI 10 / UV 20	12,87	9,3	19,0	
PI 20 / UV 20	12,58	11,9	18,7	
PI 40 / UV 20	12,26	10,4	16,9	
PI 60 / UV 20	11,07	11,2	17,4	
PI 80 / UV 20	10,43	11,3	17,9	
PI 120 / UV 20	11,61	11,3	16,2	

Tabulka 6 – Výsledné hodnoty plazmaticky upraveného materiálu běleného UV zářením (20 minut)

Název	bělost	Číslo mědi	K/S hodnoty	Vzorek
PI 10 / UV 60	13,41	9,6	18,0	
PI 20 / UV 60	13,06	11,7	10,1	
PI 40 / UV 60	11,99	9,8	14,9	
PI 60 / UV 60	11,74	12,4	16,3	
PI 80 / UV 60	11,62	10,8	12,9	
PI 120 / UV 60	11,38	11,8	12,8	

Tabulka 7 – Výsledné hodnoty plazmaticky upraveného materiálu běleného UV zářením (1 hodina)